

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
akademik Y.H. MƏMMƏDƏLİYEV ADINA
NEFT-KİMYA PROSESLƏRİ İNSTİTUTU

Əlyazma hüququnda

SEVİL RAHİL QIZI XƏLİLOVA

**BİTKİ MƏNŞƏLİ TURŞULARIN KATALİTİK
DEKARBOKSİLLƏŞMƏSİ İLƏ C₁₇ ALKAN VƏ OLEFİNLƏRİN
ALINMASI PROSESİNİN TƏDQIQI**

\

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

**Kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

Bakı – 2016

Dissertasiya Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H. Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

kimya elmləri doktoru, professor

A.H.Həsənov

Elmi məsləhətçi:

akademik

A.H.Əzizov

Rəsmi opponentlər:

kimya elmləri doktoru, professor

M.K.Məmmədov

kimya elmləri doktoru, professor

S.Ə.Məmmədov

Aparıcı təşkilat:

Bakı Dövlət Universiteti

“Neft kimyası və kimya texnologiyası” kafedrası

Dissertasiya işinin müdafiəsi “09” dekabr 2016-cı ildə saat “10⁰⁰”-da AMEA akademik Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D 01.031 Dissertasiya Şurasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1025, Bakı, Xocalı pr., 30.

E-mail: azmea nkpi@nkpi.az ; anipcp@dcacs.science.az

Dissertasiya işi ilə AMEA akad. Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “07” noyabr 2016-cı ildə paylanmışdır.

D 01. 031 Dissertasiya Şurasının elmi katibi,

kimya elmləri doktoru, professor

M.C. İbrahimova

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Bitki mənşəli üzvi maddələrin, o cümlədən karbon turşularının, alternativ yanacaq kimi istifadə olunmasına, həmçinin digər qiymətli məhsulların alınması ilə neft-kimya məhsulları çeşidinin artırılması istiqamətlərində aparılan tədqiqatlara maraq son illər daha da artmışdır. Belə ki, həmin tədqiqatlar nəticəsində bitki və heyvan mənşəli yağlardan ayrılan turşuların dekarboksilləşdirilməsi ilə bir çox ölkələrdə bioyanacaq alınması sahəsində geniş tədqiqatlar aparılır və bunun üçün geniş spektrli katalizatorlar tətbiq olunur.

Bu, ilk növbədə həmin yanacaq resursunun bərpa olunması və ekoloji təmizliyi ilə bağlıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bitki yağlarından çıxarılan doymamış və doymuş turşuların katalitik dekarboksilləşmə reaksiyası əsasında geniş miqdarda praktiki əhəmiyyətli neft-kimya məhsulları almaq mümkündür. Belə ki, bitki mənşəli doymamış turşuların dekarboksilləşdirilməsi ilə praktiki əhəmiyyətli ali daxili olefinlər, doymuş turşular əsasında isə bu reaksiya vasitəsilə alkan karbohidrogenlərini almaq mümkündür. Bu alkan karbohidrogenlərinin setan ədədləri çox yüksək olduğu üçün dizel yanacaqları üçün yararlı komponentlərdir.

Bütün bunlarla əlaqədar olaraq qeyd etmək olar ki, bitki mənşəli turşular əsasında əlverişli və ekoloji zərərsiz üsulla – fasiləsiz axar sistemdə praktiki əhəmiyyətli neft-kimya məhsullarının, o cümlədən ali daxili olefinlərin və alkanların alınması aktual bir mövzuya həsr olunaraq nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

İşin məqsədi. İşin əsas məqsədi bioloji bərpaolunan mənbələrdən alınmış müxtəlif doymamış və doymuş üzvi turşuların fasiləsiz axar sistemdə, müxtəlif katalizatorların iştirakında dekarboksilləşmə prosesinin aparılması ilə müvafiq doymamış və doymuş karbohidrogenlərin alınması, bu zaman katalitik sistemin tədqiqi, onun faza tərkibinin, səthində gedən proseslərin öyrənilməsi, eləcə də alınan karbohidrogenlərin bəzi çevrilmə reaksiyalarının araşdırılmasıdır.

İşin elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq bitki mənşəli doymamış və doymuş turşuların dekarboksilləşmə reaksiyası nano-ölçülü Mg və Ti oksid katalizatorlarının üzərində fasiləsiz axar sistemində aparılmış və müəyyən edilmişdir ki, ən yaxşı nəticələr bu katalizatorların iştirakında aparıldığı zaman əldə edilmişdir. Belə ki, təbii və sintetik alümosilikatlar iştirakında aparılan proseslərdən fərqli olaraq nano- ölçülü metal oksid katalizatorların iştirakı ilə aparılmış reaksiyada optimal temperatur

100 °C-ə qədər aşağı salınır, məqsədi məhsulun çıxımı isə artırılaraq prosesin iqtisadi cəhətdən səmərəliliyi əldə edilir.

Həmçinin, Pt/Pd tərkibli yeni “EK2010” katalizatoru da ilk dəfə olaraq dekarboksilləşmə reaksiyasında yoxlanılmış, onun aktiv mərkəzlərinin reaksiyaya təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, bu katalitik sistemin turşu-əsas mərkəzlərini balanslaşdırmaqla dekarboksilləşmə prosesində məhsulun selektivliyini, çıxımını artırmaq mümkündür.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Doymuş və doymamış üzvi turşuların katalitik dekarboksilləşməsi ilə alınan müvafiq karbohidrogenlər əlverişli fiziki və kimyəvi xassələrə malikdirlər. Bitki mənşəli doymamış turşu olan olein və linol turşuları əsasında alınmış müvafiq ali daxili olefinlər-heptadesen-8 və heptadekadien-6,9 sənayenin müxtəlif sahələrində əhəmiyyətli maddə kimi tətbiq olunur. Doymuş turşu olan stearin turşusunun dekarboksilləşməsi ilə isə heptadekan alınır ki, onun da setan ədədi yüksək olduğu üçün dizel yanacaqları üçün yararlı komponent kimi istifadə olunur.

İşin nəşri və aprobeiası. Dissertasiya işinə aid tədqiqatların nəticələri əsasında 10 məqalə və 11 məruzələrin tezisi çap olunmuşdur. Tədqiqat işi Azərbaycan Respublikası Prezidenti Yanında Elmin İnkişaf Fondu tərəfindən qrant müsabiqəsinin qalibi olmuşdur [EIF/GAM-2-2013-2(8)-25/14/4-M-16]. İşin əsas nəticələri aşağıda adları çəkilən konfranslarda məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur: “Gənc alimlərin 2-ci respublika innovativ ideya yarmarkası” (Bakı, 2012); Y.Məmmədəliyevə həsr olunmuş “Neft kimya üzrə VIII Beynəlxalq konfrans” (Bakı, 2012); H.Əliyevin 105 illiyinə həsr olunmuş “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” konfransı, (Bakı, 2012); “I Beynəlxalq Kimya və Kimya mühəndisliyi konfransı” (Bakı, 2013); H.Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Gənc alimlərim Beynəlxalq Bakı Forumu” (Bakı, 2013); “Bioloji bərpa olunan bitki mənşəli resurslar və üzvi kimya” elmi konfransı (Sankt-Peterburq, Rusiya, 2013); “Bərpa olunan enerji mənbələr üçün katalizatorlar” adlı beynəlxalq elmi konfrans (Lund, İsveç, 2013); “Gənc alimlər- elmin inkişaf gücü” adlı beynəlxalq konfrans (Aşqabad, Türkmənistan, 2013); “Roskataliz-kataliz haqqında II Rusiya konqresi” (Samara, Rusiya, 2014); “Gənc alimlərin Kimya Konfransı” (Blankenberq, Belçika; 2016); “Kimya elmi və tətbiqləri üzrə beynəlxalq konfrans” (Aleks, Misir, 2016).

Dissertasiyanın həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi kompyuter çapı ilə 150 səhifə həcmində olub, giriş hissədən, 5 fəsildən,

nəticələrdən, 185 istinad olunmuş ədəbiyyat mənbəyindən ibarətdir. Dissertasiyada 25 cədvəl və 60 şəkil vardır.

Dissertasiyanın giriş hissəsində problemin aktuallığı açıqlanıb, dissertasiyanın məqsədi müəyyən olunub, həmçinin elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti qeyd edilib, aprobasiya və nəşrlər haqqında məlumatlar verilib.

Birinci fəsil ədəbiyyat icmalına həsr olunmuşdur. İcmalda bitki mənşəli turşuların səmərəli istifadəsi prosesləri, o cümlədən dekarboksilləşdirilmə reaksiyalarının klassik üsullarının təhlili, katalitik dekarboksilləşmə reaksiyasının mexanizmləri açıqlanmış, dünya alimlərinin apardığı katalitik dekarboksilləşmə prosesləri ətraflı təhlil edilmiş və nəticələr çıxarılmışdır.

İkinci fəsildə dissertasiya işini həyata keçirmək üçün lazım olan ilkin maddələr və onların xarakteristikası, katalizatorlar, tədqiqat sahəsinin seçilməsi, eləcə də istifadə olunan avadanlıqlar və eksperimentin aparılması metodikası haqqında lazım olan məlumatlar verilmişdir.

Üçüncü fəsildə müxtəlif katalitik sistemlərdə bitki mənşəli yağlardan ayrılmış yüksək molekullu doymuş və doymamış turşuların dekarboksilləşməsi ilə müvafiq yüksək molekullu alkan və daxili olefinlərin alınmasının nəticələri verilmişdir. Tədqiqatın əsas obyektı stearin, olein və linol turşularıdır ki, onların dekarboksilləşməsi nəticəsində uyğun olaraq heptadekan, heptadesen-8 və heptadekadien -6,9 karbohidrogenləri alınmışdır. Katalizator kimi isə, təbii və sintetik alümosilikatlar və nano-ölçülü metal oksid katalizatorlarından istifadə olunmuşdur. Eləcə də, dekarboksilləşmə prosesi zamanı turşunun konversiyası və məqsədli məhsulun çıxımına temperaturun təsiri öyrənilmişdir.

Dördüncü fəsildə doymamış turşu kimi olein turşusunun dekarboksilləşmə reaksiyasında katalizatorun aktiv mərkəzlərinin, faza tərkibinin tədqiqi, onun tərkibinin dəyişməsinin katalitik sistemə təsiri öyrənilmişdir. Katalitik sistem kimi alümosilikat üzərində müxtəlif miqdarda MgO ilə modifikasiya olunmuş "EK2010" katalizatorundan istifadə olunmuşdur.

Beşinci fəsildə sintez olunmuş ali daxili olefinlərin tətbiq sahələrinin araşdırılması üçün onların bəzi çevrilmə reaksiyaları, həmçinin [4+2] tsiklobirləşmə reaksiyalarında dienofilik aktivlikləri öyrənilmişdir.

Dissertasiyanın sonunda nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavələr göstərilmişdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

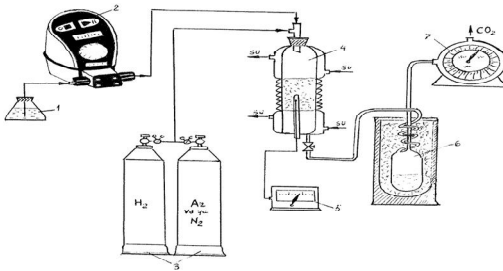
1. Bitki mənşəli turşuların katalitik dekarboksilləşməsi prosesində istifadə olunan katalizatorlar, prosesin aparılma metodikası

Tədqiqatın əsas obyektii olein, linol və stearin turşusudur ki, onların dekarboksilləşdirilməsi nəticəsində uyğun olaraq heptadesen-8, heptadekadien -6,9 və heptadekan karbohidogenləri alınmışdır. Katalizator kimi isə, təbii və sintetik alümosilikat, “EK2010”, həmçinin, nano-ölçülü metal oksidlərindən istifadə olunmuşdur.

“EK2010” katalizatoru- Rusiyanın Boreskov adına Kataliz İnstitutundan alınmışdır. Katalizatorun ölçüsü 1-3 mm-dir. Aşağıda isə onun tərkibi verilmişdir: Pt–1 %, Pd–0,5 %, Seolit ZSM–15 %, bentonit gili–10 %, qalanları– γ Al_2O_3 .

İstifadə olunan nano-ölçülü MgO katalizatorunun quruluşu atom qüvvə mikroskopunda yarımkontakt və faza rejimində öyrənilmiş, müəyyən olunmuşdur ki, onun hissəciklərinin ölçüsü 100nm, səthinin sahəsi isə $50m^2/q$ -dir. Nano-ölçülü TiO_2 katalizatorunun quruluşunun analizindən isə məlum olmuşdur ki, onun hissəciyin ölçüsü 24-25 nm, ümumi səthinin sahəsi $329 m^2/q$, məsamələrin həcmi isə 0,18 ml/q təşkil edir

Axar sistemli qurğunun prinsipial sxemi şək.1-də verilmişdir. Belə ki, ilkin turşu dozator vasitəsilə reaktora daxil edilir və reaksiyadan alınan məhsul isə oradan soyuducuya gələrək orada yığılır.



Şək.1. Dekarboksilləşmə reaksiyasının aparılması üçün prinsipial . texnoloji sxemi: 1-xammal qabı, 2-dozator, 3-reaktora verilmək üçün qaz balonları, 4-reaktor, 5-potensiyometr, 6-məhsulun yığılması üçün soyudulan qab, 7-qaz ölçən

2. Olein turşusunun katalitik dekarboksilləşdirilməsi ilə heptadesen-8-in sintezi

Qarğıdalı yağından ayrılmış olein turşusunun (OT) alümosilikatlar iştirakında dekarboksilləşdirilməsində, nisbətən yüksək konversiya və çıxım ancaq 400 °C-də alındığı üçün nəticələr qane edici deyil. Ona görə də, həmin reaksiya nano-ölçülü metal oksidi katalizatorlarının üzərində axar sistemli reaktorda, temperaturdan asılı olaraq 1,0 s⁻¹ həcmi sürətlə yenidən aparılmış və nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir. Bu zaman götürülən ilkin OT-nin turşu ədədi (T.Ə.)187 mqKOH/q-dır.

Cədvəl 1-in göstəricilərinə əsasən demək olar ki, nano-ölçülü MgO və TiO₂ katalizatorları üzərində olein turşusunun dekarboksilləşməsinin optimal temperaturu 350 °C-dir. Bu zaman, müvafiq olaraq turşunun konversiyası 99,1 və 99,24 %, turşu ədədi isə 1,5 və 1,3 mqKOH/q olur. 350 °C temperaturda dekarboksilləşmə nəticəsində ilkin turşunun turşu ədədinin minimum həddə çatması reaksiyanın demək olar ki, tam getməsi ilə heptadesen-8-in alınmasını göstərir.

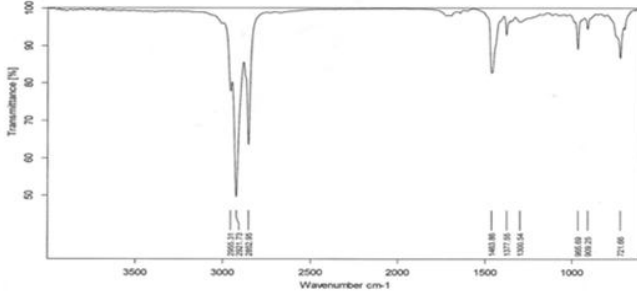
Cədvəl 1.

Nano-ölçülü katalizatorlar iştirakında OT-nin dekarboksilləşdirilməsi

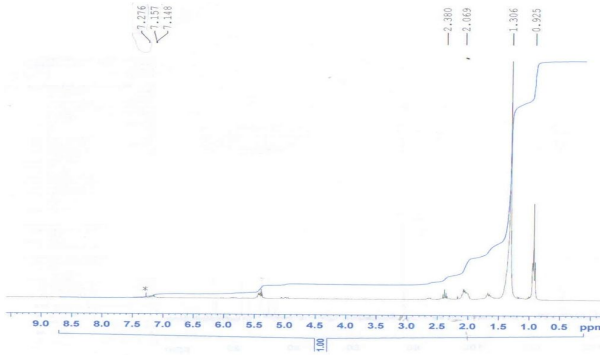
Temperatur, °C	Konversiy, %	T.Ə., mqKOH/q	Çıxım, %
Nano-ölçülü MgO iştirakında			
250	38,7	105,3	36,9
300	76,2	41,2	74,8
350	99,1	1,5	95,4
Nano-ölçülü TiO ₂ iştirakında			
250	42,8	98,4	41,7
300	77,7	38,7	75,8
350	99,2	1,3	96,4

Sintez olunmuş heptadesen-8 spektral analiz metodları- İQ- və NMR-spektrosopiya üsulları ilə analiz olunmuş və spektrlər şək.2-4-də verilmişdir.

Şək.2-də təsvir olunmuş məqsədli məhsulun İQ spektrində, OT-nin 1712 sm⁻¹ zolağında müşahidə olunan karboksil qrupunun C=O rabitəsinin signalına demək olar ki, rast gəlinmir.

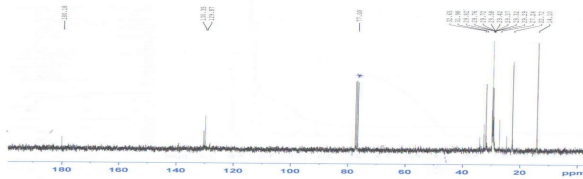


Şək.2. Sintez olunmuş heptadesen -8-in İQ-spektri



Şək.3. Sintez olunmuş heptadesen -8-in ^1H -NMR spektri

Şək.3-dən görüldüyü kimi, 0,9 və 1,3 ppm sahəsində uyğun olaraq, CH_3 və CH_2 qrupunun proton siqnailləri; 2,06 ppm sahəsində ikiqat rabitənin kənarlarında yerləşən CH_2 protonlarının siqnailləri; 5,3-5,4 ppm sahəsində isə ikiqat rabitənin proton siqnailləri yerləşir.



Şək.4. Sintez olunmuş heptadesen-8-in ^{13}C - NMR -spektri

Heptadesen-8-in ^{13}C -NMR spektrindən (şək.4) görünür ki, birləşmədə

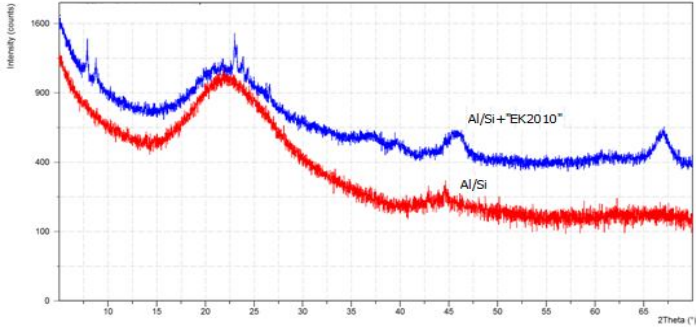
aşağıdakı qruplar vardır. Belə ki, 14.10 və 22.7-29.8 ppm sahələri uyğun olaraq, CH_3 və CH_2 qruplarının C atomu siqnallarına; 31.9-32.65 ppm sahəsi ikiqat rabitənin ətraflarında yerləşən C atomlarının siqnallarına; 129-130 ppm sahəsi isə ikiqat rabitənin C atomlarının siqnallarına məxsusdur.

Beləliklə, spektral analiz metodlarının nəticələrinə əsasən söyləmək mümkündür ki, olein turşusunun dekarboksilləşməsi prosesi demək olar ki, tam getmiş və alınan məhsul həqiqətən də heptadesen-8-dir.

2.1. Olein turşusunun dekarboksilləşməsində “EK2010”/MgO katalitik sisteminin tədqiqi

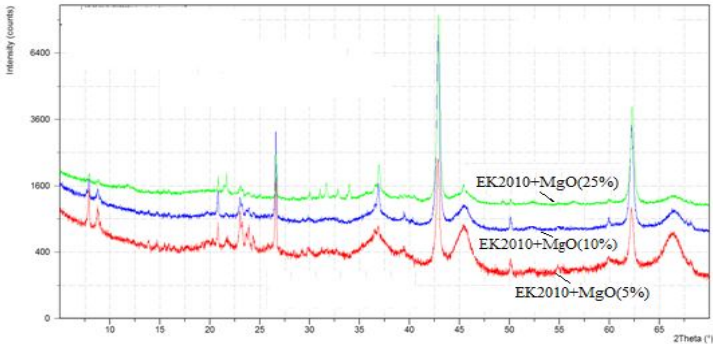
Olein turşusunun dekarboksilləşməsi bifunksional aktiv mərkəzlərə malik “EK2010” katalizatoru üzərində də aparılmışdır. Katalizatorun tərkibində metal mərkəzi kimi- Pt, Pd, turşu-əsas mərkəzi kimi isə ZSM-5 seolitinin olması bu katalizatorun dekarboksilləşmə prosesini daha effektiv aparmasına kömək edir. Aparılan dekarboksilləşmə prosesində məqsədli məhsul olan heptadesen-8-in miqdarını optimallaşdırmaq üçün katalitik sistemdə turşu-əsas balansını yaratmaq qərara alınmışdır. Sistemdə turşuluğu nisbətən azaldıb, əsaslığı dəyişməklə alınan karbohidrogenlərin çıxımı dəyişmək mümkündür. Buna görə də, tərkibində Pt və Pd olan “EK2010” katalizatorunun müxtəlif miqdarda götürülmüş MgO ilə modifikasiyası aparılmış və bu modifikasiyanın prosesin gedişinə və məhsulun turşu ədədinə, konversiya və məhsulun çıxımına təsiri araşdırılmışdır.

Hər dəfə katalitik sistemdə dəyişiklik edilərək OT-nin dekarboksilləşdirilməsi beş dəfə aparılmışdır. Belə ki, bu reaksiya əvvəl tək alümosilikat (Al/Si), sonra alümosilikata hopdurulmuş “EK2010” üzərində öyrənilmişdir. Bu zaman reaksiyadan sonra katalizatorun aktiv mərkəzlərində baş verən dəyişikliyi öyrənmək üçün rentgen-faza difraksiya (RFD) analizi aparılmış və alınmış difraktoqramlar şəkl.5-də göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, reaksiyadan sonra “EK2010” katalizatorunun səthində olan müxtəlif aktiv mərkəzlərin halının dəyişməsi ilə əlaqədar o ilkin vəziyyətdə olan quruluşundan müəyyən qədər fərqlənir. Lakin, reaksiyadan sonra səthdə kömürün əmələ gəlməsi ilə əlaqədar, katalizator 450-500 °C temperaturda 4 saat müddətinə regenerasiyaya uğradılmış və bu zaman katalizatorun öz ilkin vəziyyətinə kimi bərpa oluna bildiyi müəyyən olunmuşdur.



Şək 5. Al/Si və Al/Si+”EK2010” katalitik sistemlərinin reaksiyadan sonra RFD analizi.

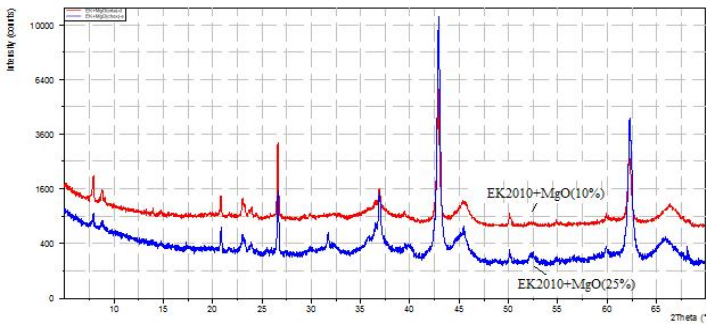
Aparılmış hər iki reaksiyadan sonra, “EK2010” katalizatorunun turşu-əsas balansını yaratmaq üçün o müxtəlif miqdarda -5, 10, 25% MgO ilə modifikasiya olunur. Hər üç katalitik sistem üzərində aparılmış dekarboksilləşmə reaksiyasından sonra katalizatorun RFD analizi aparılmış və difraktoqramlar şəkl.6-da verilmişdir.



Şək.6. 5%, 10%, və 25% MgO ilə modifikasiya olunmuş “EK2010” Katalizatorunun RFD analizi

Şək. 6-da təsvir olunmuş spektrlərdən görünür ki, burada MgO və “EK2010”-a məxsus iki faza vardır. Sistemdə MgO-in miqdarı artdıqca “EK2010”-in miqdarı da azalır. Onagörə də, spektrdə “EK2010”-a məxsus intensivliklər azalır və MgO-in yeni pikləri yaranır. Məsələn, MgO-in miqdarının çox olduğu yaşıl əyridə $^{\circ}20$ intervalında $30-35^{\circ}$ bucaqlarda intensivliklər yaranır ki, bu digər əyriyədə mövcud deyil.

Dekarboksilləşmə prosesi hər biri 2 saat olmaqla 4-5 tsikl aparılır və katalizatorun aktivliyi hər tsikldən sonra azalır. Bunun reaksiya zamanı kömürləşmə prosesinin də baş verməsi ilə əlaqəli olduğu ehtimal olunur. Ona görə də, kömürləşmənin miqdarını müəyyən etmək üçün element analizi aparılmış və müəyyən olunmuşdur ki, əgər ilkin katalizatorla karbonun miqdarı 0,5 % idisə, reaksiyadan sonra bu rəqəm 12 %-ə kimi yüksəlmişdir. Buna görə də, bu katalizatorun 450-500 °C-də hava axını ilə regenerasiya prosesi aparılmışdır. Sonra bu regenerasiya olunmuş "EK2010"/MgO katalizatoru üzərində təkrar dekarboksilləşmə prosesi aparıldıqdan sonra onun yenidən RF difraktoqramları çəkilmiş və şəkl. 7-də verilmişdir.



Şəkl.7. Regenerasiya olmuş "EK2010"/MgO katalizatorunun reaksiyadan sonrakı halının RF analizi

Şəkl.7-dən görüldüyü kimi, regenerasiyadan sonra katalizatorların səthində olan aktiv mərkəzlər müəyyən qədər öz ilkin vəziyyətinə bərpa oluna bilmişlər. Həmçinin müəyyən olmuşdur ki, MgO fazasının polikristallarının qatılığı, "EK2010"/MgO nümunəsindəki MgO-in tərkibinin artması ilə artır.

Beləliklə, katalizatorun tərkibindən asılı olaraq olein turşusunun dekarboksilləşməsi reaksiyasının dinamikası, alınan məhsulun göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir. Burada, I_{CO}/I_{CH_2} nisbəti İQ spektrdə CO qrupunun intensivliyinin CH_2 qrupunun intensivliyinə nisbətini göstərir. İlkin olein turşusunun I_{CO}/I_{CH_2} nisbəti 3,3-ə, ilkin olein turşusunun turşu ədədi isə 187 mqKOH/q-a bərabərdir.

Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, sistemin əsaslığı artdıqca məhsulun turşu ədədi və I_{CO}/I_{CH_2} nisbəti minimuma enərək uyğun olaraq 1,4 mqKOH/q və 0,4 təşkil edir. Eləcə də, bu zaman turşunun konversiyası

və məhsulun çıxımı müvafiq olaraq 99% və 96 % -ə kimi yüksəlir.

Cədvəl.2

Katalizatorun tərkibindən asılı olaraq OT-nin dekarboksilləşməsinin dinamikası

Katalizator	Konversiya, %	Çıxım, %	T.Ə., mqKOH/q	I_{CO}/I_{CH_2}
Al/Si	55	51	52	2,3
Al/Si+EK2010	78	73	11	2,1
Al/Si+EK2010+MgO(5%)	86	82	5	1,4
Al/Si+EK2010+MgO(10%)	91	87	3	1,1
Al/Si+EK2010+MgO(25%)	99	96	1,4	0,4

Beləliklə, müəyyən olunmuşdu ki, sistemin əsaslığını artıraraq turşu-əsas mərkəzlərini balanslaşdırdıqca dekarboksilləşmə prosesi daha yaxşı gedir.

3. Linol turşusunun katalitik dekarboksilləşdirilməsi ilə heptadekadien-6,9 alınması

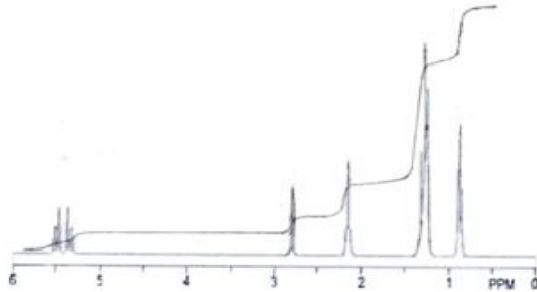
Qarğıdalı yağından ayrılmış linol turşusunun (LT) dekarboksilləşdirilməsi də müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə axar sistemli reaktorda, temperaturdan asılı olaraq $1,0 \text{ s}^{-1}$ həcmi sürətlə aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, təbii və sintetik alümosilikatlar iştirakında LT-nin dekarboksilləşməsində nisbətən yaxşı nəticə $400 \text{ }^\circ\text{C}$ temperaturda müşahidə olunur. Bu zaman turşunun konversiyası və məhsulun turşu ədədi qanəedici olmadığından, reaksiya yenidən eyni şəraitdə nano-ölçülü MgO iştirakında aparılmışdır. Bu zaman $350 \text{ }^\circ\text{C}$ temperaturda, turşunun konversiyası 98,4%, çıxım 93,8%-ə çatır, məhsulun turşu ədədi isə 3 mq KOH/q-a kimi enir. Bu zaman ilkin LT-nin turşu ədədi 188 mqKOH/q-dır.

Cədvəl 3.

Linol turşusunun nano-ölçülü MgO iştirakı ilə dekarboksilləşməsi

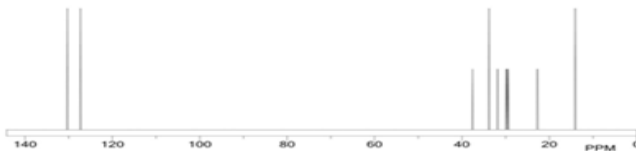
Temperatur, $^\circ\text{C}$	Konversiya, %	Məhsulun T.Ə., mqKOH/q	Çıxım, %
250	41,5	110	39,5
300	71,3	54	67,9
350	98,4	3	93,8

Dekarboksilləşmə zamanı alınmış məqsədli məhsulun ^1H -və ^{13}C -NMR spektrləri çəkilmiş və şəkl.8 və 9-də göstərilmişdir.



Şək. 8. Sintez olunmuş heptadekadien-6,9-un ^1H -NMR spektri

Beləliklə, sintez olunmuş heptadekadien-6,9-un ^1H -NMR spektrində aşağıdakı proton siqnalları müəyyən edilmişdir (şək.8): 0,8-0,9 ppm sahəsində $-\text{CH}_3$ qrupunun; 1,2-1,3 ppm sahəsində CH_2 qruplarının proton siqnalları; 2,16 ppm sahəsində-ikiqat rabitədəki metilen qruplarının proton siqnalları; 2,80 ppm sahəsində- ikiqat rabitələr arasındakı metilen qrupunun protonlarının siqnalları; 5,4-5,6 ppm sahəsində isə ikiqat rabitənin özünün proton siqnalları müşahidə olunmuşdur.



Şək.9. Sintez olunmuş heptadekadien-6,9-un ^{13}C -NMR spektri

Heptadekadien-6,9-un ^{13}C -NMR spektrində (şək.9), 14.0 və 23.0 ppm zolağı uyğun olaraq, CH_3 və CH_2 qrupunun, 32.0-38.0 ppm. zolağı isə, iki ikiqat rabitə arasındakı CH_2 qrupunun karbon atomunun udulması siqnalını göstərir. ($-\text{CH}=\text{CH}-$) qrupunun C atomunun udulmasını isə 128.0-131.1 ppm zolağında müşahidə olunur.

Beləliklə, spektral analiz üsulları da təsdiqləyir ki, LT-nin dekarboksilləşməsi prosesi demək olar ki, tam getmiş və alınan məhsul heptadekadien-6,9-dur.

4. Stearin turşusunun katalitik dekarboksilləşməsi ilə heptadekanın alınması

Stearin turşusunun (ST) dekarboksilləşdirilmə reaksiyası da nano-ölçülü MgO katalizatoru üzərində aparılmışdır. Reaksiyanın temperaturdan asılılığı cədvəl 4-də verilmişdir. ST-nun özü bərk turşu olduğu üçün onun dodekanda 1:10 nisbətində q/mol-la həll olunmuş qarışığı götürülmüşdür. Bu qarışığın ilkin turşu ədədi 84,4 mqKOH/q, həcmi sürət isə $1,0 \text{ s}^{-1}$ olmuşdur.

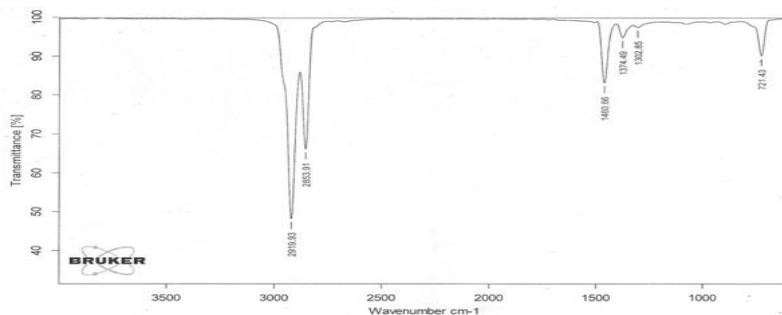
Cədvəl 4.

Stearin turşusunun nano-ölçülü MgO üzərində dekarboksilləşdirilməsi

Temperatur, °C	Qarışığın T.Ə., mqKOH/q	Konversiya, %	Çıxım, %
250	67,5	21	18,1
300	32,3	62,2	53,2
350	15,2	82,2	70,3
400	0,9	98,9	84,6

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi reaksiyanın optimal temperatur şəraitini 400 °C qəbul etmək olar. Bu zaman turşu qarışığının konversiyası 98,9 %, alınan qarışığın turşu ədədi isə 0,9 mqKOH/q olur. Bu şəraitdə heptadekanın çıxımı 84,6 % təşkil edir.

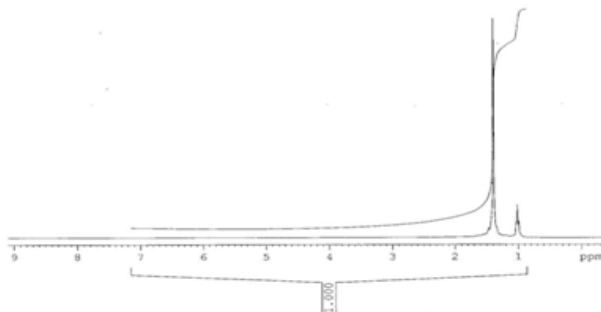
ST-nun dekarboksilləşməsi ilə sintez olunan heptadekanın İQ və NMR spektrləri uyğun olaraq, şəkl. 10, 11 və 12-də təsvir olunmuşdur.



Şəkl. 10. Sintez olunmuş heptadekanın İQ spektri

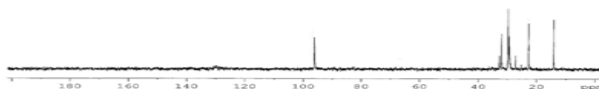
Şəkl. 10-də təsvir olunmuş İQ spektrinə əsasən söyləmək mümkündür ki, stearin turşusunda 1714 cm^{-1} zolağında müşahidə olunan

karboksil qrupunun C=O rabitəsinin signalına heptadəkanda rast gəlinmir.



Şək.11. Sintez olunmuş heptadekanın ¹H- NMR spektri

Heptadekanın ¹H- NMR-spektrində, CH₃ qrupunun protonlarının signalı - 0,9 ppm sahəsində, CH₂ qruplarının proton signalı isə 1,42 ppm sahəsində müşahidə olunmuşdur (şək.11).



Şək.12. Sintez olunmuş heptadekanın ¹³C- NMR-spektri

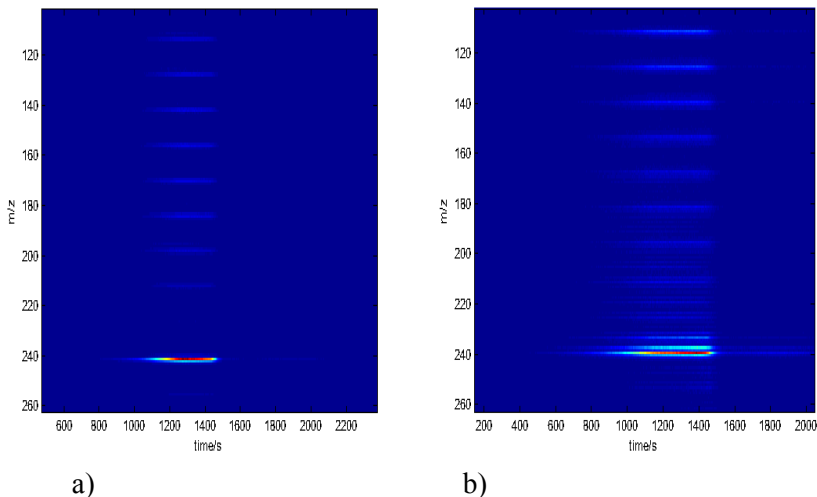
Sintez olunmuş heptadekanın ¹³C- NMR-spektrində (şək.12) isə, 13,90 ppm sahəsində- CH₃ qrupunun C atomunun signalı; 22,5-29,9 ppm sahəsində CH₂ qrupunun protonlarının signalı müşahidə olunmuşdur.

Heptadekanın İQ, ¹H- NMR və ¹³C-NMR spektrlərindən aydın olur ki, stearin turşusunun dekarboksilləşməsi ilə alınan maddə həqiqətən də, məqsədli məhsul olan heptadəkandır.

5. Sintez olunmuş C₁₇ karbohidrogenlərinin Termiki Analiz-Kütlə Spektrometriyası üsulu ilə tədqiqi

Sintez olunmuş C₁₇ karbohidrogenləri- heptadekan və heptadesen-8 ən yeni termiki analiz metodu olan sinxron termiki analiz-sinqler foton

ionlaşması-kütlə spektrometriyası (STA-SFİ-KS) analiz metodu ilə də tədqiq olunmuşdur. Bu üsul vasitəsilə maddə haqqında daha əhəmiyyətli məlumatları əldə etmək mümkündür. Sintez olunmuş hər iki maddənin müxtəlif kütləli ionlarının zamandan asılı olaraq paylanmasının üçölçülü qrafiki şəkl.13-də verilmişdir.



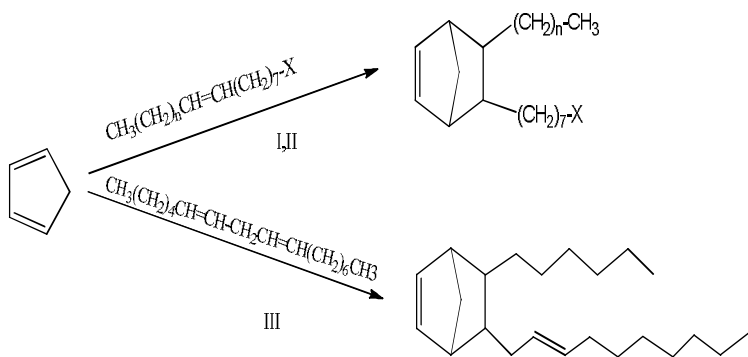
Şək.13. Heptadekan (a) və heptadesen-8-in (b) STA-SFİ-KS üsulu ilə analizi

Məlumdur ki, heptadekanın molyar kütləsi 240, heptadesen-8-in isə 238-ə bərabərdir. Heptadekanın təxmini 180-280°C temperatur intervalında və 1000-1500-cü saniyələrdə (17-25-ci dəqiqə) baş verən termiki parçalanması nəticəsində yaranan əsas intensiv pik 240 kütləli iona məxsusdur ki, bu kütlənin də məhz heptadekanın özünə uyğun olduğu aydın görünür (şək.13.a.). Həmin temperatur intervalında və həmin zamanda heptadesenin parçalanması nəticəsində yaranan ionların paylanmasına isə nəzər yetirsək görürük ki, bu zamanda əsas intensiv pik 238 kütləli iona uyğun gəlir (Şəkil 13.b). Bu kütləyə malik ionun isə məhz heptadesenə aid olduğunu söyləmək olar.

Beləliklə, bu üsul ilə bir daha katalitik dekarboksilləşmə nəticəsində məqsədli məhsullar- heptadekan və heptadesen-8-in alınması təsdiq olunmuşdur.

6. Sintez olunmuş olefinlərin dienlərlə [4+2] tsiklobirləşmə reaksiyaları

Sintez olunmuş heptadesen-8 və heptadekadien-6,9-un, eləcə də dienofil aktiv olan olein turşusunun özünün tsiklopentadien (TSPD) ilə aşağıda göstərilən çevrilmə reaksiyalarının aparılması ilə yeni birləşmələr sintez olunmuşdur. Alınmış birləşmələrin fiziki-kimyəvi göstəriciləri tapılmış və strukturları spektral analiz üsulları ilə öyrənilmişdir.



Burada, I - X = CH₃ və n = 6 (heptadesen-8); II - X =COOH və n =7 (olein turşusu); III –heptadekadien-6,9

Bu zaman I, II və III reaksiyalar üzrə, müvafiq olaraq, (2-oktil,3-heptil)bitsiklo[2.2.1]hept-5-en; 8-(2-oktilbitsiklo[2.2.1]-hept-5-en-il) oktan turşusu və (2-heksil-3-des-8-enil)bitsiklo[2.2.1] hept-5-en adduktları sintez olunmuşdur.

OT-nin TsPD-lə [4+2]-tsiklobirləşmə reaksiyası nəticəsində alınan adduktun çıxımının heptadesen-8-in TsPD-lə adduktunun çıxımına nisbətən 15 % (57,0%-ə nisbətən 72 %) artması, aşağı molekululu olefinlərdə olduğu kimi ali daxili olefinlərdə də onların elektrofil qruplarla aktivləşdirilməsi qanunauyğunluğu təsdiqlənmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Bitki mənşəli yağlar əsasında alınmış doymamış və doymuş üzvi turşuların fasiləsiz axar sistemində, müxtəlif katalizatorların iştirakında dekarboksilləşmə prosesinin aparılması ilə müvafiq ali daxili olefin və alkan karbohidrogenlərinin alınması prosesi öyrənilmişdir.
2. Qarğıdalı yağından ayrılmış doymamış turşuların – olein və linol turşularının dekarboksilləşdirilməsi fasiləsiz axar sistemli reaktorda nano-ölçülü metal oksidləri üzərində, temperaturdan asılı olaraq aparılaraq müəyyən edilmişdir ki, əlverişli temperatur şəraitində (350 °C) ilkin turşuların turşu ədədlərini minimum həddə (müvafiq olaraq 1,5 və 3 mqKOH/q) çatdırmaq olar. Bu zaman uyğun olaraq 95.4% çıxımla heptadesen-8, 94 % çıxımla isə heptadekadien-6,9 alınır.
3. Müəyyən edilmişdir ki, olein və linol turşularının katalitik dekarboksilləşdirilməsi prosesində alümosilikat katalizatorları ilə müqayisədə nano-ölçülü metal oksidi katalizatorları yüksək aktivlik göstərirlər. Bu aktivliyi aşağıdakı ardıcılıqla göstərmək olar: nano-ölçülü metal oksidləri > sintetik alümosilikat > təbii alümosilikat.
4. Doymuş stearin turşusunun da dekarboksilləşdirilməsi fasiləsiz axar sistemli reaktorda nano-ölçülü MgO iştirakında aparılmış və müəyyən edilmişdir ki, prosesin temperaturunu 250°C-dən 400°C-yə kimi artırıqda, məqsədli məhsul-heptadekanın turşu ədədini 0,9 mqKOH/q-a kimi endirmək, konversiyasını isə 98,9% -ə kimi artırmaq mümkündür.
5. OT-nin dekarboksilləşdirilməsi həmçinin 5%, 10% və 25%-li MgO ilə modifikasiya edilmiş, tərkibində Pt,Pd olan “EK2010” katalizatoru üzərində aparılmışdır. Bu zaman katalizatorun prosesin gedişinə və konversiya, məhsulun turşu ədədi və çıxımına təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, sistemin əsaslığı artdıqca, onun səthində aktiv mərkəzlər artır və dekarboksilləşmə prosesi daha yaxşı gedir.
6. OT-nin dekarboksilləşməsi alümosilikat+“EK2010” katalizatoru üzərində aparıldığı zaman məhsulu turşu ədədi 11 mqKOH/q-a kimi azalır, konversiya və çıxım isə uyğun olaraq, 78% və 73 %-ə kimi artır. Bu sistemi müxtəlif miqdarda MgO ilə modifikasiya etdikdə isə, turşu ədədi -1,4 mqKOH/q-a, konversiya və çıxım isə müvafiq olaraq 99% və 96%-ə kimi dəyişə bilər.
7. Sintez olunmuş ali daxili olefinlərin bəzi çevrilmə reaksiyaları , o

cümlədən dien karbohidrogenləri ilə [4+2]-tsiklobirləşmə reaksiyaları aparılmış və onların dienofil aktivliyi öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, heptadesen-8 və heptadekadien-6,9-un tsiklopentadienlə Dils-Alder reaksiyası nəticəsində müvafiq yeni birləşmələr (2-oktil,3-heptil) bitsiklo[2.2.1]-hept-5-en və (2-heksil-3-des-8-enil)bitsiklo[2.2.1]hept-5-en alınmışdır.

8. OT-nin özünün TsPD ilə Dils-Alder reaksiyası üzrə alınan adduktunun çıxımının heptadesen-8-in TsPD-lə alınan adduktunun çıxımına nisbətən 15% (57,0%-ə nisbətən 72%) artması, aşağı molekullu olefinlərdə olduğu kimi ali daxili olefinlərdə də onların elektrofil qruplarla aktivləşdirilməsi qanunauyğunluğu təsdiqlənmişdir.

Dissertasiya materialları üzrə aşağıdakı elmi əsərlər çap edilmişdir:

1. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Гусейнов Н.С., Аюбов И.Г., Гасанова Г.Д. “Современные направления использования растительных масел в качестве альтернативного нефтехимического сырья // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2012, т.13, № 1, с. 25-36;
2. Халилова С.Р., Получение высших внутренних олефинов каталитическим декарбоксилированием ненасыщенных кислот растительных масел” / “Gənc alimlərin II Respublika İnnovativ İdeya Yarmarkası”, Bakı, 18-23 noyabr 2012, s.178-181;
3. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г., Мамедова И.М. Применение растительных масел в биотопливной технологии и нефтехимии”/ Y.Məmmədəliyevə həsr olunmuş VIII Bakı Beynəlxalq Neft Kimya Konfransı., 3-6 oktyabr 2012, s. 498;
4. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г. “Растительные масла как экологически чистое сырье для получения высших внутренних олефинов” / Н.Əliyevin 105 illiyinə həsr olunmuş “Ekologiya: təbiət və cəmiyyətin problemləri” konfransı. Bakı, 7-9 noyabr 2012, s. 84-85;
5. Халилова С.Р. “Декарбоксилирование олеиновой кислоты в присутствии алюмосиликатных катализаторов // Gənc Alimlərin Elmi Əsərləri, 2013, № 7, s.102-105
6. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г., Гасанова Г.Д., Мамедова А.М. Современное состояние исследований в области декарбоксилирования карбоновых кислот // Процессы

- нефтехимии и нефтепереработки, 2013, т. 14, № 1, с. 3-31
7. Gasanov A.G., Khalilova S.R., Ayyubov I.H. The application of nanocatalysts in the processes of decarboxylation of different acids / I International Chemistry and Chemical Engineering Conference . 17-21 pril, 2013, Baku, p. 990-992;
 8. Gasanov A.G., Khalilova S.R. Ayyubov I.H. “The Role of Nanocatalysts in the Processing of Vegetable Oils to High Internal Olefins” / New challenges in the European International Baku forum of Young Scientists dedicated to the 90-th anniversary of H.Aliyev. Baku, 20-25 may 2013, p. 159;
 9. Гасанов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г., Гусейнов Н.С., Алиева С.Т. “Получение ненасыщенных углеводов декарбоксилированием растительных масел” / Международная научн. конф. “Возобновляемые растительные ресурсы и органическая химия”, Репино, Санкт-Петербург, 17-21 июня. 2013, с.121-122;
 10. Khalilova S.R., Gasanov A.G., Azizov A.G., Abdullayeva N. Novel Catalysts for Refining of Unsaturated acids of Vegetable Oils to High Internal Olefins / International Conference CRS-2 “Catalysts for Renewable Sources-energy, fuel, chemicals”, Lund, Sweden, 22-28 Jule, 2013;
 11. Гасанов А.Г., Халилова С.Р., Азизов А.Г., Аюбов И.Г. Декарбоксилирование олеиновой кислоты над алюмосиликатными катализаторами / межд. конф. «Молодые ученые – движущая сила науки», Ашгабад, Туркменистан, 2013, с. 123;
 12. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Алиева С.Т., Аюбов И.Г., Гасанова Г.Д. // “Применение наноразмерных оксидов магния и титана в качестве катализаторов реакции декарбоксилирования кислот “ Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2013, т. 14, № 3, с.191-198;
 13. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г., Гурбанова М.М., Алиева С.Т. Синтез гептадецена-8 декарбоксилированием олеиновой кислоты в различных каталитических системах // Журнал Прикладной Химии, 2014, Т.87, вып.2, с.234-236;
 14. Гасанов А.Г., Азизов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г., Алиева С.Т., Мамедова И.М., Мамедова А.М. Получение олефинов ряда C_{17} из растительных масел // Химия природных соединений, Узбекистан, 2014, № 4, p. 625-626;
 15. Гасанов А.Г., Халилова С.Р., Аюбов И.Г. Декарбоксилирование олеиновой кислоты растительного происхождения в

- присутствии некоторых катализаторов // Химический Журнал Казахстана, № 2, 2014;
16. Khalilova S.R., Gasanov A.G., Abbasov V.M. Azizov A.G., Ayyubov I.G., Gasanova G.D. Decarboxylation of organic acids in the heterogenized catalytic systems // Journal of Advances in Chemistry, 2014, V 10, N 4, p. 2601-2609;
 17. Гасанов А.Г., Аюбов И.Г., Халилова С.Р., Мамедова А.М. Катализаторы для декарбоксилирования ненасыщенных кислот растительных масел во внутренние олефины / Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ», Новосибирск-2014, 2-5 октябрь 2014, г. Самара, стр.46
 18. Гасанов А.Г., Халилова С.Р., Гусейнов Н.С., Алиева С.Т., Аюбов И.Г. Современное состояние исследований в области получения топливных углеводородов декарбоксилированием насыщенных жирных кислот // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, т. 15, № 4, с. 316-326
 19. Khalilova S.R., Gasanov A.H., Ayyubov I.H. Dienophile activity of high molecular olefins in Diels-Alder reaction / “ChemCYS-2016-Chemistry Conference of Young Scientists” Blankenberge, Belgium, 16-18 ay 2016, p.150
 20. Gasanov A.H., Khalilova S.R., Ayyubov I.H. [4+2]-Cycloaddition of Some Internal Olefins of C₁₇ Series to Cyclopentadiene / “International Conference on Chemical Sciences & Applications”, 6-9 Aug 2016, Alex. Egypt. ICCSA 2016, p.117
 21. Gasanov A.H., Khalilova S.R., Mammadova A.M., Ayyubov I.H., Murzin D.Yu. Dienophilic activity of internal C₁₇ olefins in [4+2]-cycloaddition reaction // American Scientific Journal, No.6 (6), 2016, p.10-14.

Севил Рахил гызы Халилова

**Исследование процесса получения алкан и олефинов ряда C₁₇
каталитическим декарбоксилированием кислот
растительного происхождения**

Резюме

Осуществлены реакции декарбоксилирования олеиновой и линолевой кислот, полученных гидролизом растительных масел, такие как кукурузное, подсолнечное. Процесс проводили над алюмосиликатными катализаторами, а также нано-размерной оксидов металлов каталитической системе в непрерывной проточной системе в зависимости от температуры в динамических условиях. В результате были получены гептадецен-8 и гептадекадиен-6,9, имеющие широкое применение в нефтехимическом синтезе. Установлено, что оптимальные результаты для нано-размерного MgO катализатора наблюдаются при температуре 350 °C. В тоже время, целевые продукты гептадецен-8 с кислотным числом 1,5 мг КОН/г получен с выходом 94,5 % и конверсией 99% , а гептадекадиен-6,9 с кислотным числом 3 мг КОН/г получен с выходом, 93,8% и конверсией 98,4%. Декарбоксилирование стеариновой кислоты также проводят при тех же условиях. В результате, гептадекан с 0,9 мг КОН / г кислотное число и конверсии 98,9% получается.

Катализатор "ЕК2010", обладающий бифункциональными активными центрами был модифицирован магний оксидным катализатором. Влияние этого катализатора на процесс и кислотное число, конверсию и выход полученных продуктов и установлено, что с повышением основности системы возрастает число активных центров на ее поверхности. В результате декарбоксилирование протекает успешно. При проведении декарбоксилирования олеиновой кислоты над алюмосиликатной "ЕК2010" системы кислотное число продукта снижается до 11 мг КОН/г, а конверсия и выход уменьшаются до 78 % и 73 % соответственно. Однако, при модификации этого катализатора оксидом магния кислотное число, выход и конверсия изменяются соответственно до 1,4 мг КОН/г, 99% и 96%.

Также осуществлены некоторые превращения синтезированных олефинов, такие как реакция Дильса-Альдера и изучена их диенофильная активность.

Sevil Rahil Khalilova

The investigation of synthesis process of C₁₇ alkane and olefins from acids with vegetable origin by catalytic decarboxylation

Abstract

Dissertation work is devoted to the synthesis of C₁₇ aliphatic unsaturated and saturated hydrocarbons from aliphatic organic acids with vegetable origin by catalytic decarboxylation. Decarboxylation reactions of oleic and linoleic acids which are obtained from the hydrolysis of vegetable oils such as corn oil, sunflower oil have been conducted. The process has been carried out over the natural and synthetic aluminosilicate catalysts, also nano-sized metal oxide catalytic systems in the continuous flow system depending on temperature at dynamic condition. In result, the heptadecene-8 and heptadecadiene- 6,9 internal olefins which have wide application in petrochemical synthesis have been synthesized. It is determined that, the optimal results are obtained at 350 °C temperature over nano-sized MgO catalyst. Meantime, target products- heptadecene-8 with 1,5 mgKOH/g acid number, 94,5 % yield and 99% conversion and heptadecadiene-6,9 with 3mgKOH/g acid number, 93,8% yield and 98,4% conversion are obtained. The decarboxylation of stearic acid is conducted at the same condition, as well. As a result, the heptadecane with 0,9 mgKOH/g acid number and 98,9 % conversion is obtained.

Moreover, the “EK2010” catalyst which possesses bifunctional active centers is modified with MgO catalyst for the study of kinetics of decarboxylation process. The influence of this catalyst to the process and the acid number, conversion and yield of obtained product is investigated and it is determined that, when basicity of system is increasing, the active centers of its surface is increasing, as well. As a result, decarboxylation is going very well. When decarboxylation of oleic acid is conducted over aluminosilicate/“EK2010” system, the acid number of product is decreasing till 11mgKOH/g, conversion and yield are increasing till 78% and 73%, accordingly. However, when this system is modified with MgO, the acid number, conversion and yield can be changed till the 1,4mgKOH/g, 99% and 96%, respectively.

In addition, some transformation reactions such as Diels-Alder reaction of synthesized olefins with cyclopentadiene are conducted and dienophilic activity of them are studied.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
им.академика Ю.Г.МАМЕДАЛИЕВА**

На працах рукописи

СЕВИЛ РАХИЛ кызы ХАЛИЛОВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛКАН И
ОЛЕФИНОВ РЯДА C₁₇ КАТАЛИТИЧЕСКИМ
ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕМ КИСЛОТ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Специальность: 2314.01 - Нефтехимия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по химическим наукам**

Баку – 2016